

A histological micrograph showing a cross-section of a blood vessel wall. The vessel lumen is on the left, followed by the intima (innermost layer), the media (middle layer with smooth muscle cells), and the adventitia (outermost layer). The vessel is surrounded by adipose tissue (fat cells) and connective tissue. The text 'Az erek szövettana' is overlaid in the center.

Az erek szövettana

Az erek falának általános szerkezete

Az erek falát három fő réteg képezi:

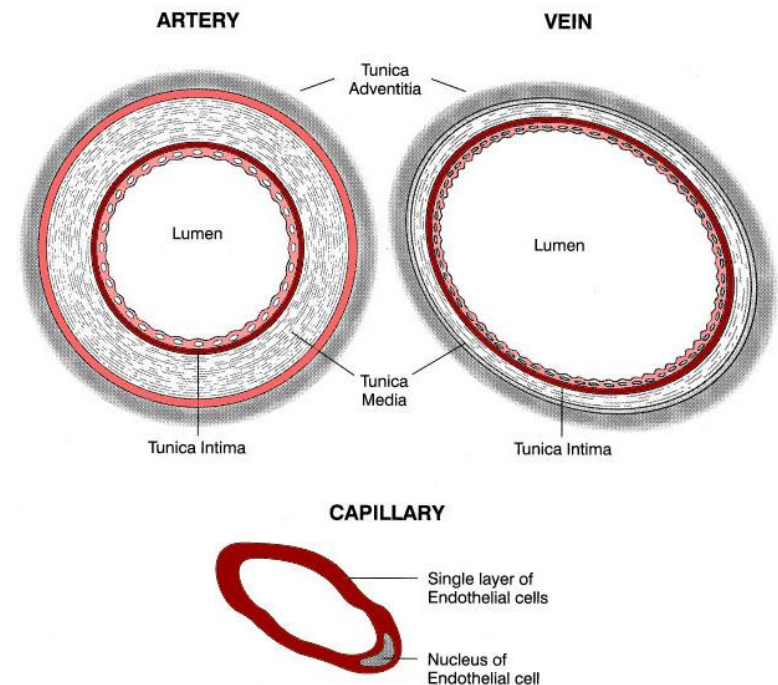
- tunica intima (belső réteg) – endothelsejtek
- tunica media (középső réteg) – rugalmas rostok, simaizom
- tunica adventitia (külső réteg) – laza kötőszövet, apró erek

Ezen rétegek szerkezete, vastagsága határozza meg az egyes értípusokat.

Az erek főbb felosztása:

- artériák
- kapillárisok
- vénák

Ezen belül a funkciónak és az ér nagyságának megfelelően további kategóriákat különítünk el.



Tunica intima

- Aránylag vékony réteg
- Legfontosabb eleme a folyamatos endothel (erősen lelapult laphámszerű sejtekből épül fel)
- Csupán a kissé ovális sejtmagok domborodnak be az ér lumenébe
- Legfontosabb szerepe, hogy a vért elhatárolja a környező szövetektől, így megakadályozza a véralvadást.
- A lumennel ellentétes oldalon lamina basalis illeszkedik hozzá.
- A nagyobb erekben az endothel réteg alatt vékony, esetleg elszórt simaizomsejteket is tartalmazó laza rostos kötőszöveti réteg, a stratum subendothelium (subendothel) található.

Tunica media

- Különösen erősen fejlett az artériákban, ahol az érfalra háruló mechanikai megterhelés legnagyobb részét viseli.
- Felépítésében elsősorban simaizomsejtek, rugalmas rostok, illetve membránok, továbbá kisebb mértékben egyéb kötőszöveti elemek (kollagén- és rácstrostok, amorf alapállomány, fibrocyták, stb.) vesznek részt.
- Vénákban kevésbé fejlett vagy hiányzik.

Tunica adventitia

- Vénákban kifejezett.
- Főleg kötőszöveti elemekből áll.
- Többnyire hosszában futó kollagénrostokat, kisebb mértékben elasztikus rostokat, vénákban simaizomsejteket is találunk benne.
- Nagy erekben az érfal külső felét ellátó tápláló ereket (vasa vasorum) és a simaizomsejteket beidegző idegeket (nervi vasculares) találunk.

Az egyes értípusok falszerkezetének főbb jellemzői

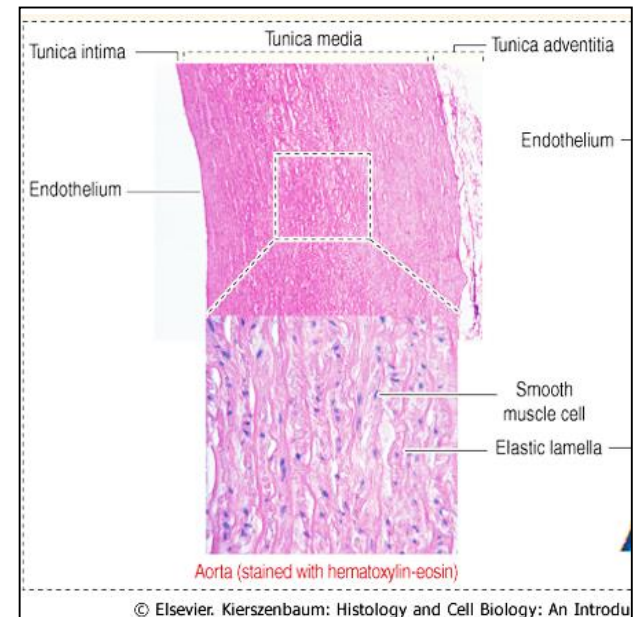
Értípus	Intima	Media	Adventitia	Főbb képviselőjük
Elasztikus artéria	endothel, subendothel	simaizom, elasztikus rostok	lazarostos kötőszövet, vasa vasorum	aorta, a. carotis communis
Középnagy artéria	endothel, membrana elastica int.	simaizom	lazarostos kötőszövet, több rugalmas rost	a. brachialis, a. femoralis
Prekapilláris arteriola	endothel	simaizom	kollagénrostok	csak mikroszkóppal láthatók
Kapilláris	endothel	lamina basalis	pericyták	
Posztkapilláris venula	endothel	néhány simaizom sejt	kollagénfibrillumok	
Középnagy véna	endothel, rácshálózat	simaizom, kollagénfibrillum	kollagénrost, kevés simaizom	végtag vénák
Nagy véna	endothel, vékony subendothel	kevés kollagénrost	kollagén és elasztikus rostok, simaizom	v. cava sup. et inf.

Az érszakasz típusa	Tunica intima		Tunica media	Tunica adventitia
		MEI		
elasztikus arteriák	endothel subendothel	(MEI)	spirális simaizom, elasztikus membránok	fibrocyták, macrophagok, elasztikus rostok, hosszanti kollagénrostok, vasa vasorum, n. vasculares
muscularis arteriák	endothel subendothel	MEI	spiralisan rendezett sima- izom, körkörösen futó kollagénrostok, kevés elasztikus rost	fibrocyták, kollagén- és elasztikus rostok, vasa vasorum, n. vasculares
kis arteriák	endothel subendothel	MEI	5-10 réteg simaizom, kollagénrostok	a tunica mediánál vékonyabb, kevés elasztikus rost
arteriolák	endothel	(MEI)	1-2 réteg simaizom	pericyta, kevés kollagénrost
capillarisok	endothel			pericyta
postcapillaris venula	endothel			pericyta
venula	endothel		elszórtan pericyták, majd simaizomsejtek	rácsrostok, kevés kollagén- és rugalmas rost
kis vénák	endothel		2-3 réteg simaizom	a tunica medianál vastagabb laza kötőszövet, elasztikus rostokkal
közepes vénák	endothel, subendothel rács- rostokkal	(MEI)	körcörös laza simaizomréteg, hosszanti kollagénrostok	a tunica mediánál vastagabb laza kötőszövet, kollagén és elasztikus rostok, néhány hosszanti simaizomsejt
nagy vénák	endothel, vastagabb subendothel	MEI	simaizom mennyisége erősen változó, kollagénrostok (a tunica media hiányozhat is)	a tunica mediánál jóval vasta- gabb laza kötőszövet, hosszanti simaizomsejtek, kollagén és elasztikus rostok, vasa vasorum, nyirokerek, nn. vasculares

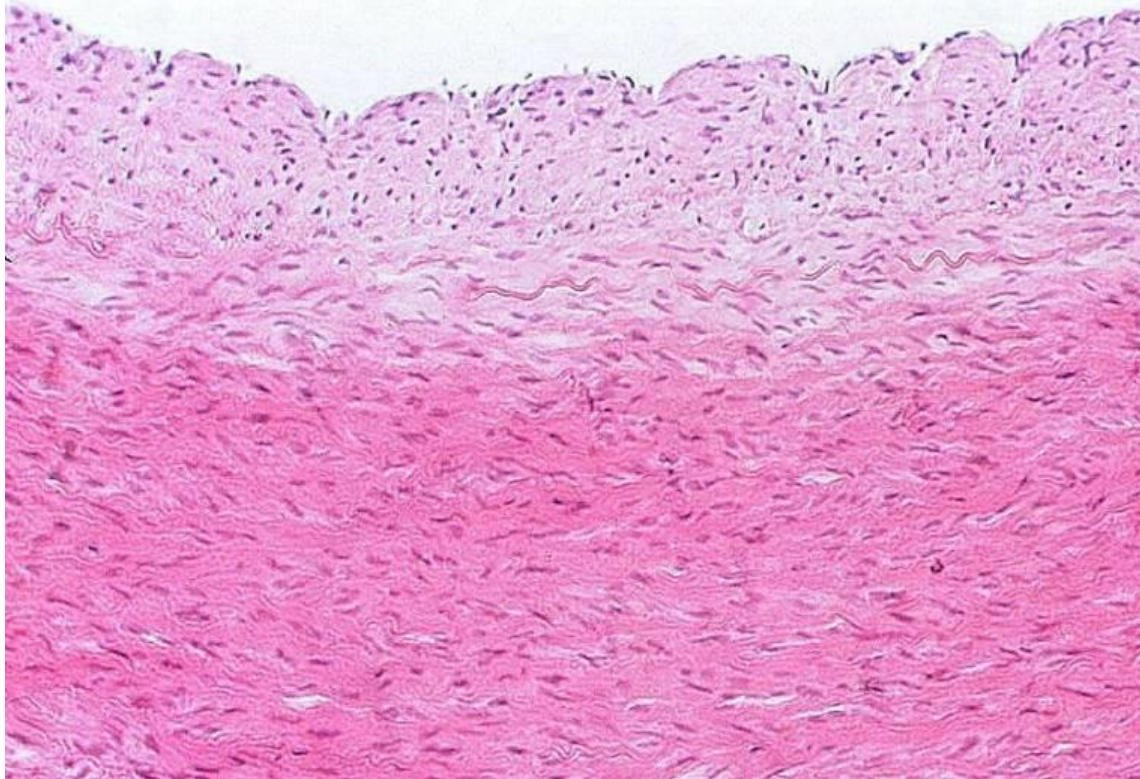
Az artériák szerkezete

1. Nagy / elasztikus artériák:

- intima:
 - endothel (egyrétegű laphám)
 - vékony kötőszövetes réteg
- media:
 - simaizomsejtek
 - nagyszámú rugalmas rost koncentrikus elrendeződésben
 - ez a fal legvastagabb rétege
- adventitia:
 - laza rostos kötőszövet viszonylag vékony rétege
 - a benne lévő erek az érfal táplálásának fontos elemei (vasa vasorum)
 - a lumen tág, átmérője a fal vastagságának többszöröse



Elasztikus artéria fala

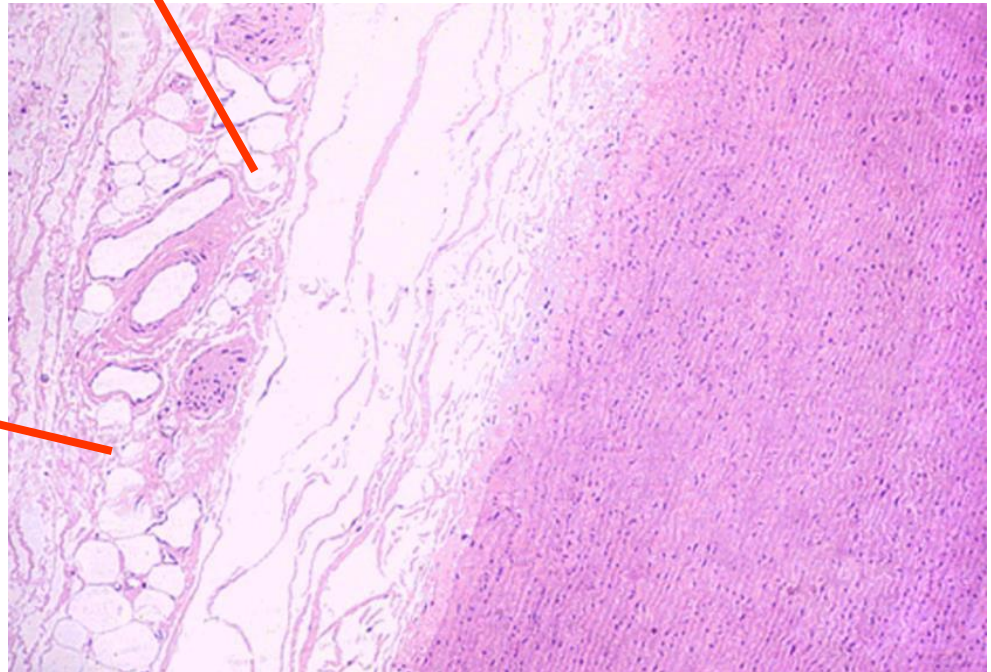
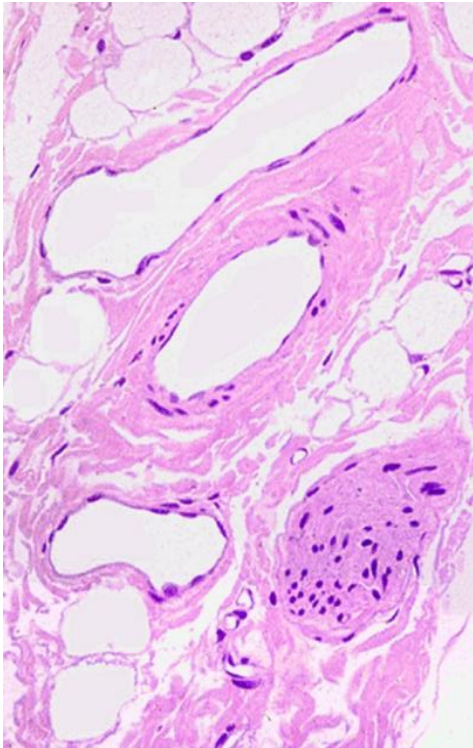


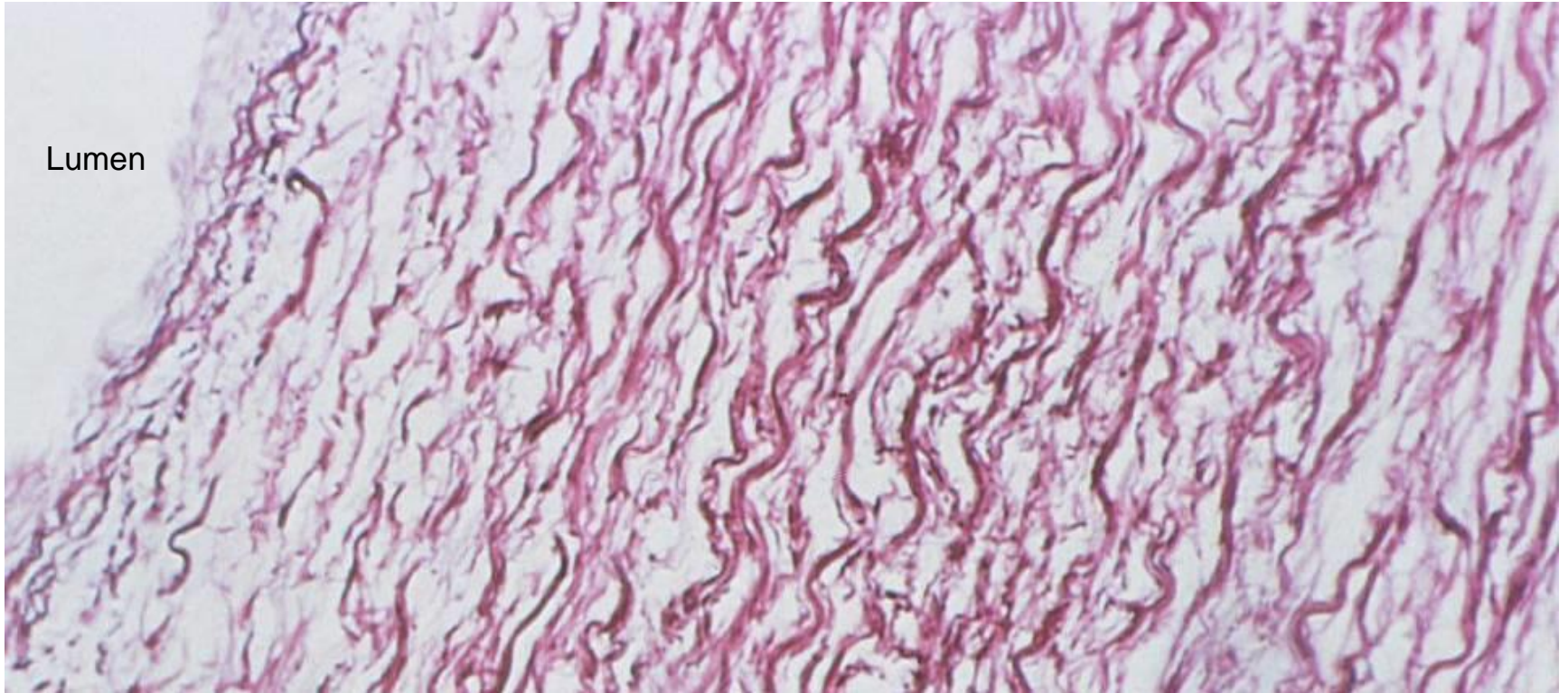
T. intima: endothelréteg,
subendotheliális réteg,

T. .media: 40-70 réteg,
fenestrált elastikus
membrán, köztük
simaizomsejtek

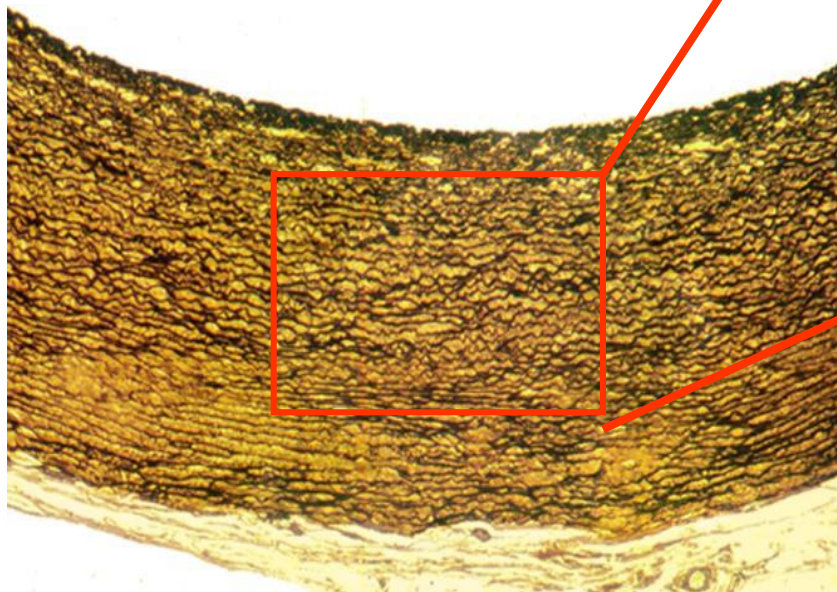
T. adventitia: kötőszövet, *vasa vasorum*

vasa vasorum

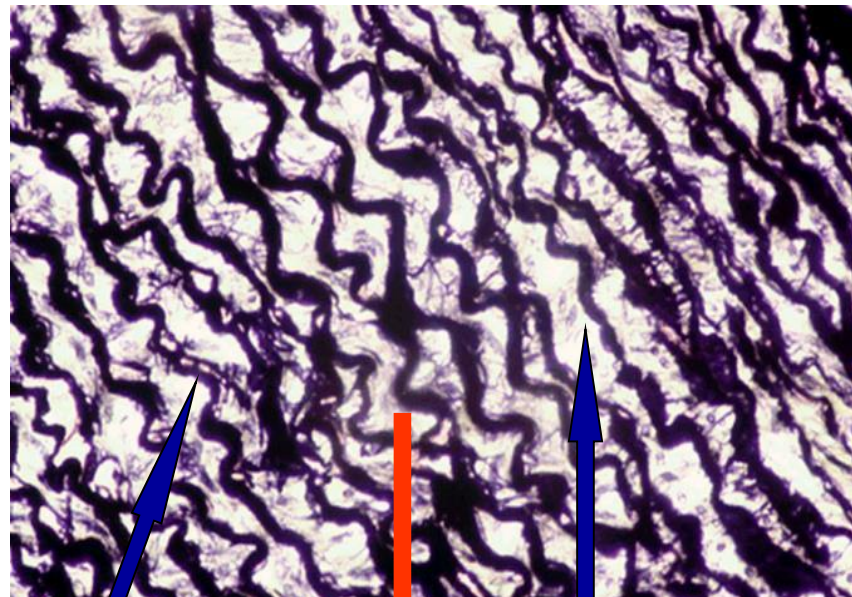




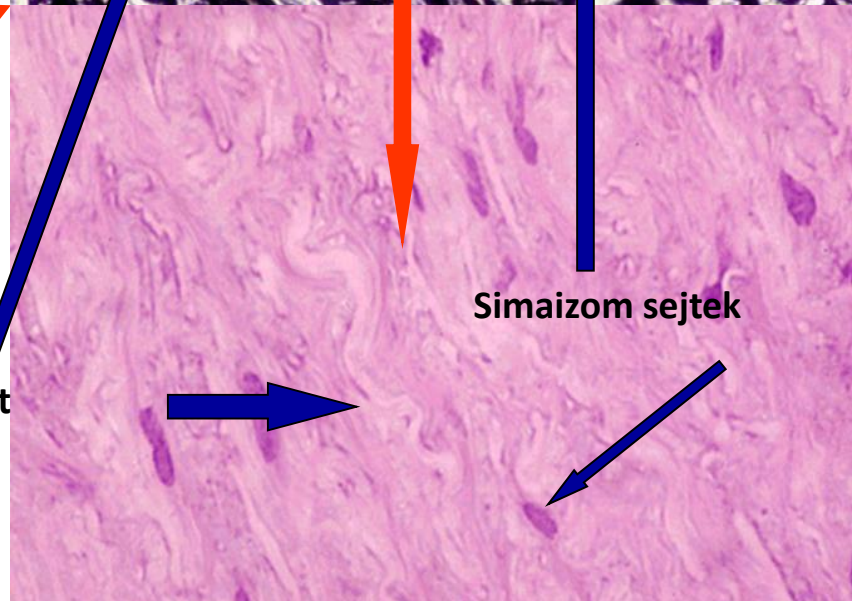
fenestrált elastikus membránok a
tunica mediában



Elasztikus rostfestés



Elasztikus rost



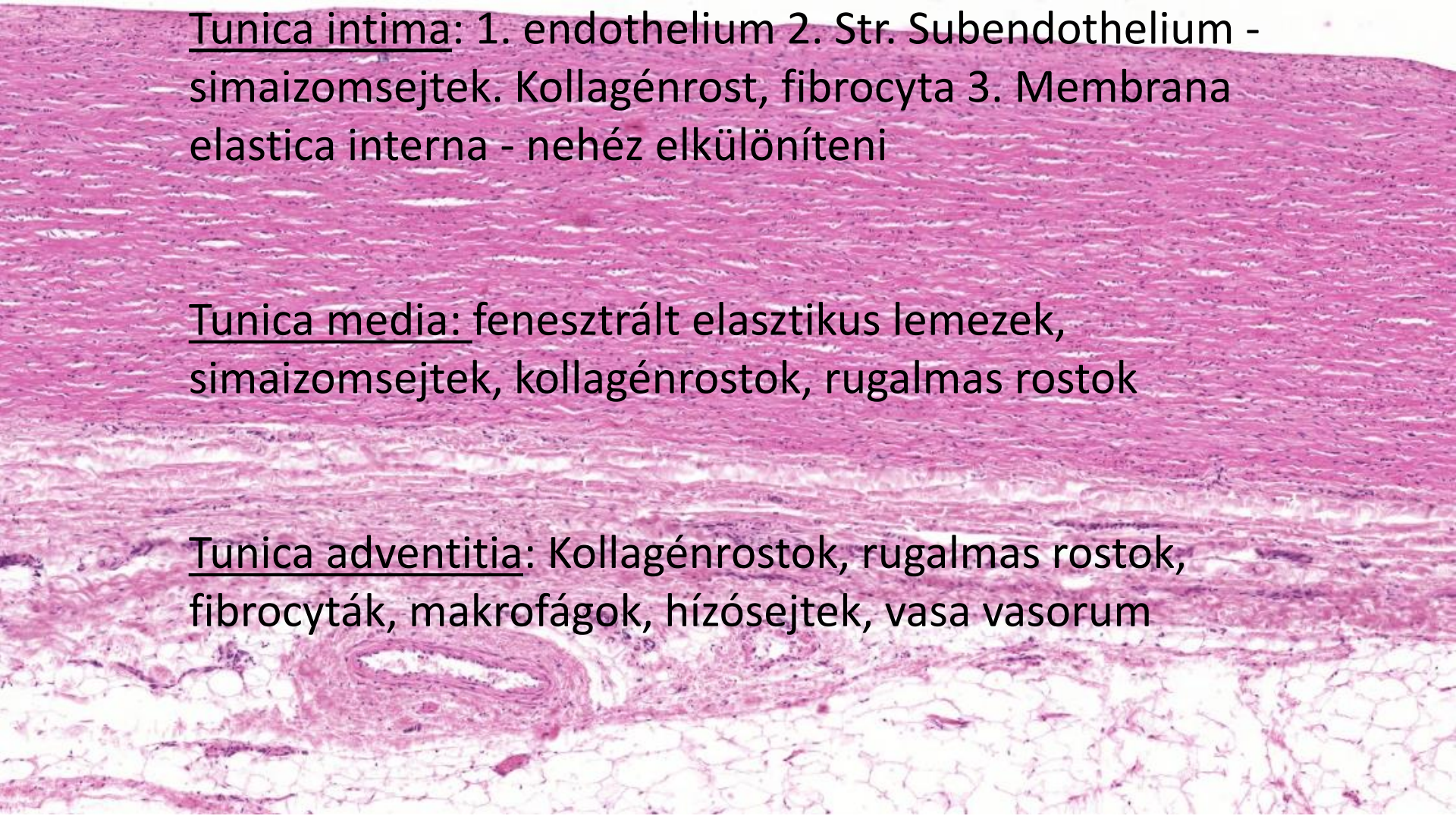
Simaizom sejtek

91. Elasztikus artéria – aorta – HE

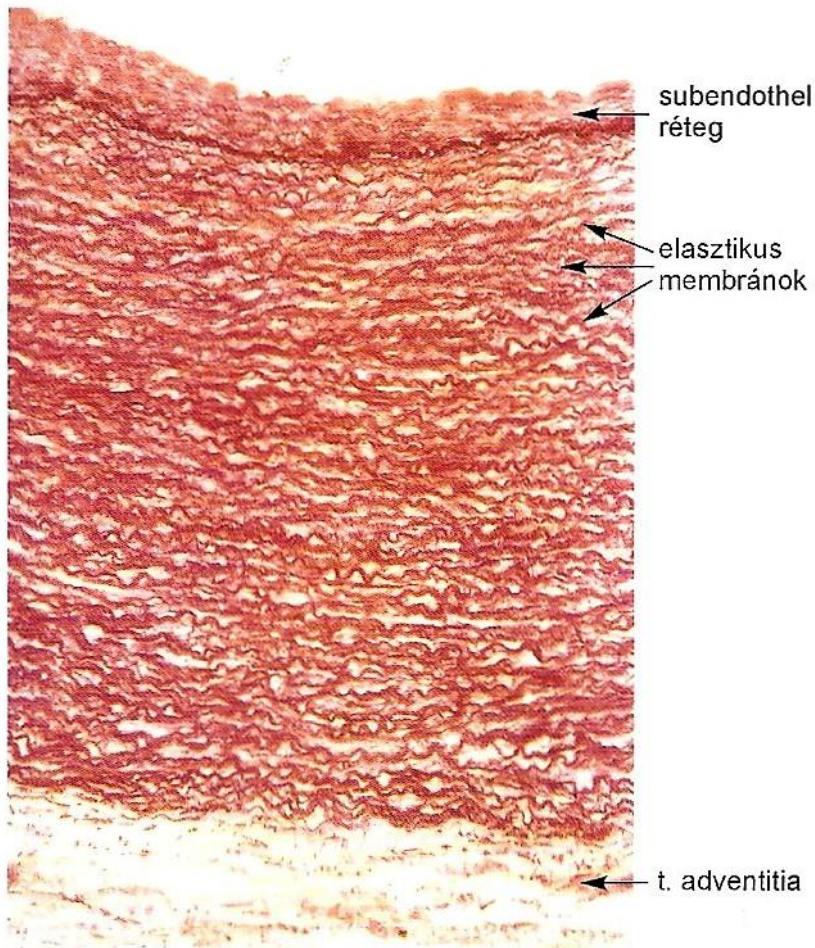
Tunica intima: 1. endothelium 2. Str. Subendothelium - simaizomsejtek. Kollagénrost, fibrocyta 3. Membrana elastica interna - nehéz elkülöníteni

Tunica media: feneztrált elasztikus lemezek, simaizomsejtek, kollagénrostok, rugalmas rostok

Tunica adventitia: Kollagénrostok, rugalmas rostok, fibrocyták, makrofágok, hízósejtek, vasa vasorum



21. Elasztikus artéria – aorta – orcein



Elasztikus rostok
kimutatása - tunica media
feneztrált elasztikus
lemezei

Longitudinális elasztikus
rostok a tunica intimában.

11-1. ábra

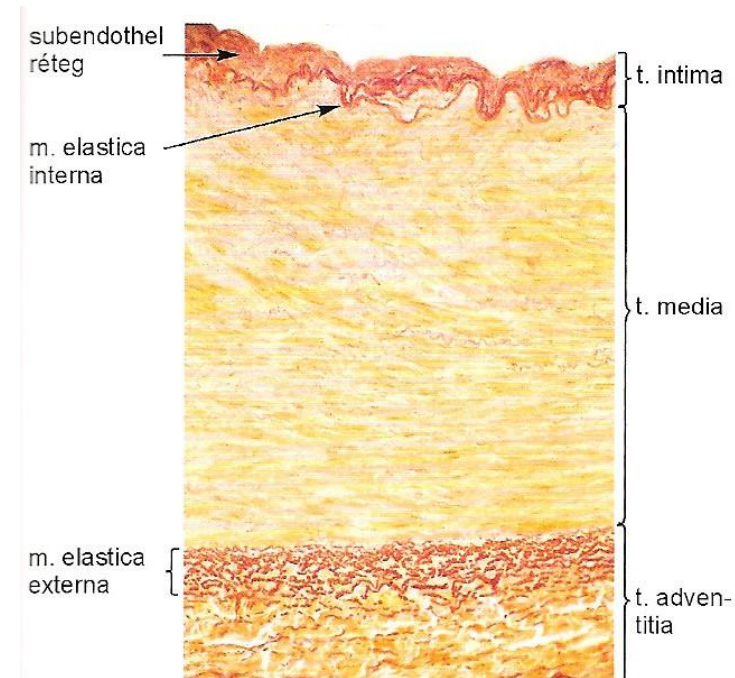
Rugalmas típusú nagy artéria. Aortafal keresztmetszete orceinnel festve. Figyeljük meg a tunica mediát felépítő elasztikus membránok sokaságát (72×).

Az érszakasz típusa	Tunica intima		Tunica media	Tunica adventitia
		MEI		
elasztikus arteriák	endothel subendothel	(MEI)	spirális simaizom, elasztikus membránok	fibrocyták, macrophagok, elasztikus rostok, hosszanti kollagénrostok, vasa vasorum, n. vasculares
muscularis arteriák	endothel subendothel	MEI	spirálisan rendezett sima- izom, körkörösen futó kollagénrostok, kevés elasztikus rost	fibrocyták, kollagén- és elasztikus rostok, vasa vasorum, n. vasculares
kis arteriák	endothel subendothel	MEI	5-10 réteg simaizom, kollagénrostok	a tunica mediánál vékonyabb, kevés elasztikus rost
arteriolák	endothel	(MEI)	1-2 réteg simaizom	pericyta, kevés kollagénrost
capillarisok	endothel			pericyta
postcapillaris venula	endothel			pericyta
venula	endothel		elszórtan pericyták, majd simaizomsejtek	rácsrostok, kevés kollagén- és rugalmas rost
kis vénák	endothel		2-3 réteg simaizom	a tunica medianál vastagabb laza kötőszövet, elasztikus rostokkal
közepes vénák	endothel, subendothel rács- rostokkal	(MEI)	körcörös laza simaizomréteg, hosszanti kollagénrostok	a tunica mediánál vastagabb laza kötőszövet, kollagén és elasztikus rostok, néhány hosszanti simaizomsejt
nagy vénák	endothel, vastagabb subendothel	MEI	simaizom mennyisége erősen változó, kollagénrostok (a tunica media hiányozhat is)	a tunica mediánál jóval vasta- gabb laza kötőszövet, hosszanti simaizomsejtek, kollagén és elasztikus rostok, vasa vasorum, nyirokerek, nn. vasculares



2. Közepes / Izmos típusú artériák:

- intima:
 - endothel
 - intima és media határán rugalmas rostokból álló membrán: membrana elastica interna
- media:
 - simaizomsejtek
 - finom elasztikus kollagénrost-hálózattal
- adventitia:
 - kevés rugalmas rost (mediához közeli területeken): membrana elastica externa
 - viszonylag vastag kollagénrost hálózat



11-2. ábra

Izmos típusú nagy arteria falrészlete keresztmetszetben. Orcein-festés. Rugalmas rostok elsősorban az intimában, valamint a tunica adventitia belső rétegében fordulnak elő. A vastag tunica media szegény rugalmas rostokban, helyettük körkörös (itt nem festődő) simaizomsejt-rétegek tömegét találjuk (110×).

Membrana elastica interna (MEI)

Izmos típusú artériákban az intima és a media határát egy rugalmas anyagból felépülő membrán képezi, a membrana elastica interna.



Izmos típusú artériák

T. adventitia

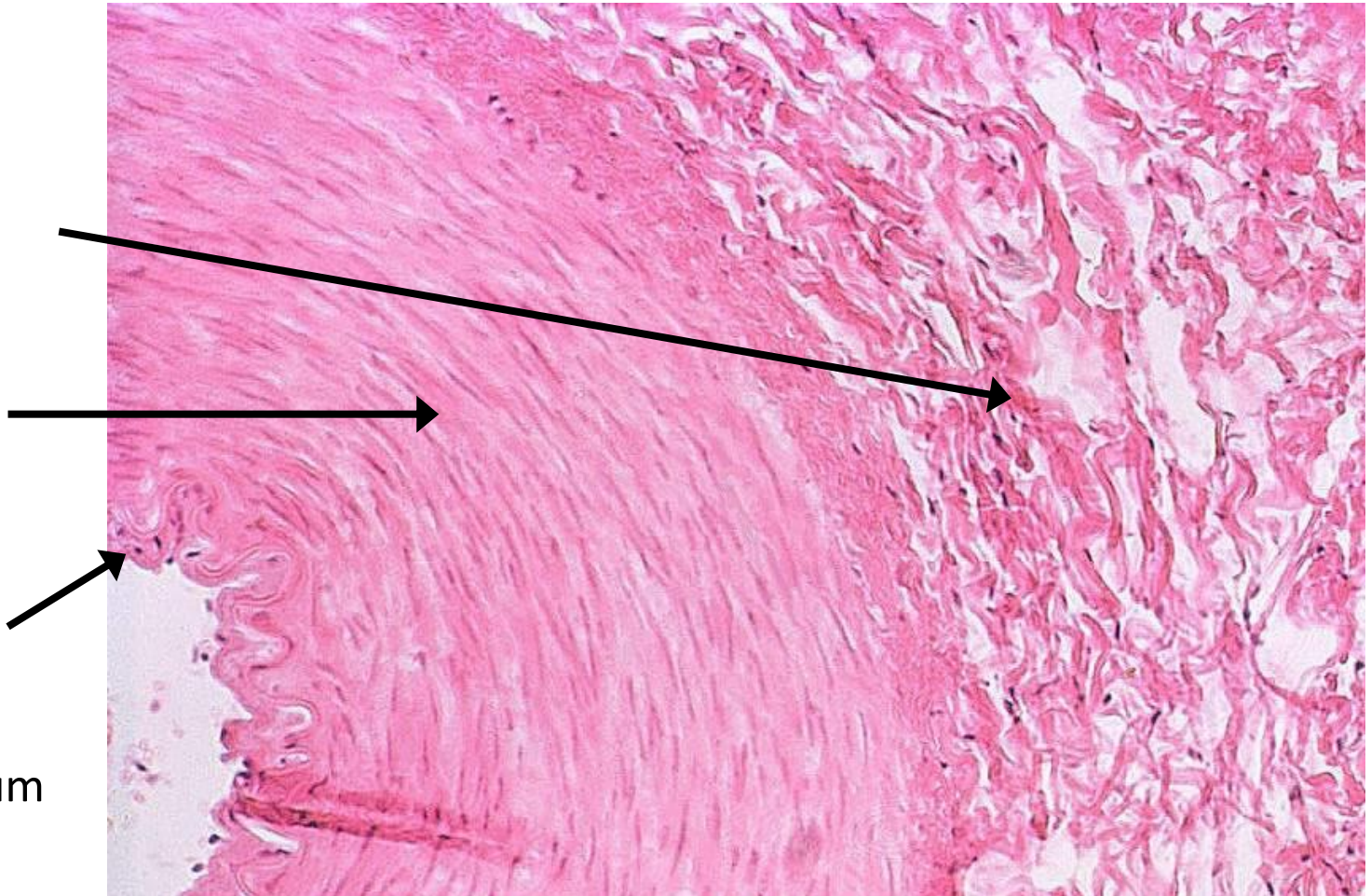
laza rostos
kötőszövet

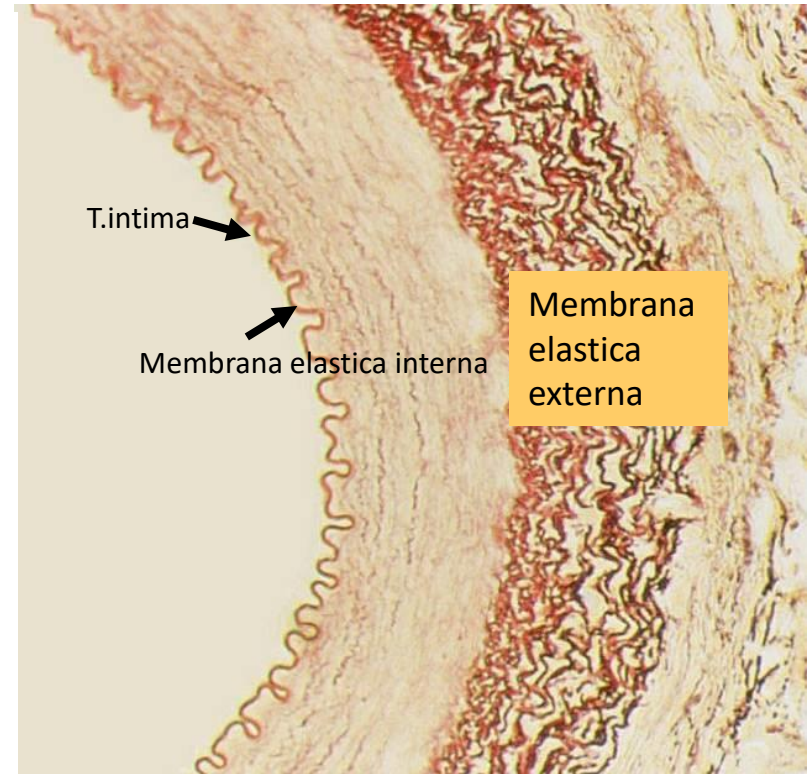
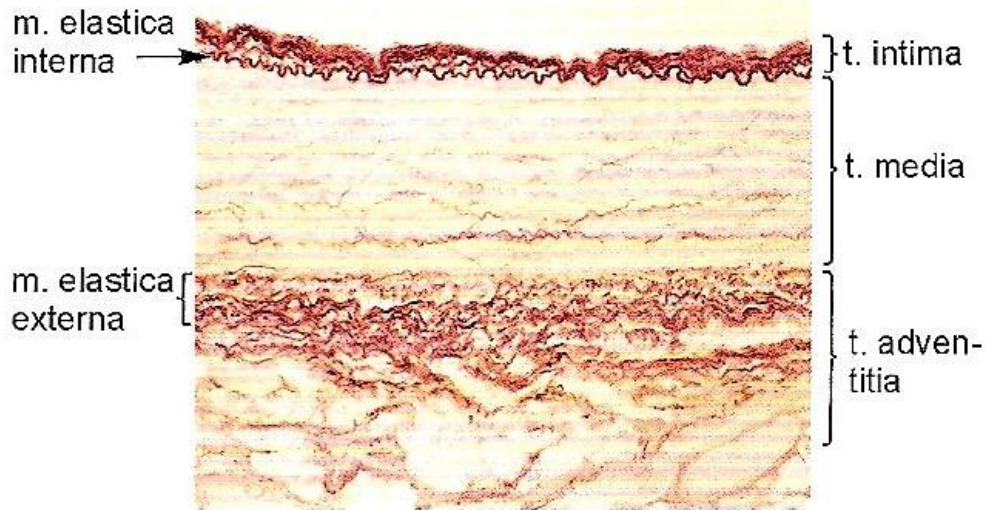
T. media

simazom

T. intima

endothelium,
vékony
subendothelium



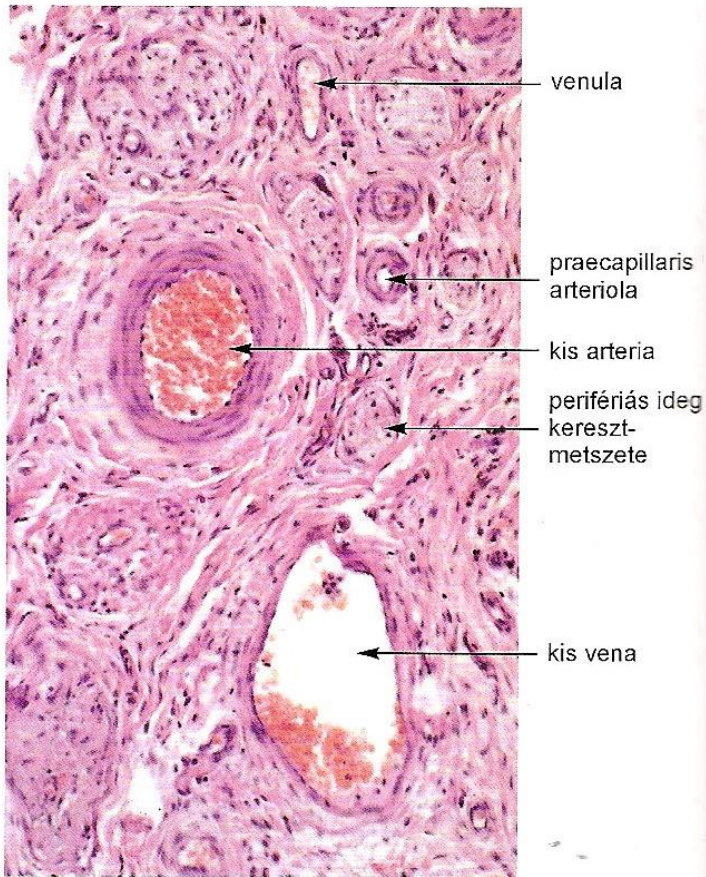


11-3. ábra

Középnagy arteria. Rezorcin-fukszin-festés. Jól látszik a több rétegre hasadt membrana elastica interna, valamint az adventitia rugalmas rostjai (90×).

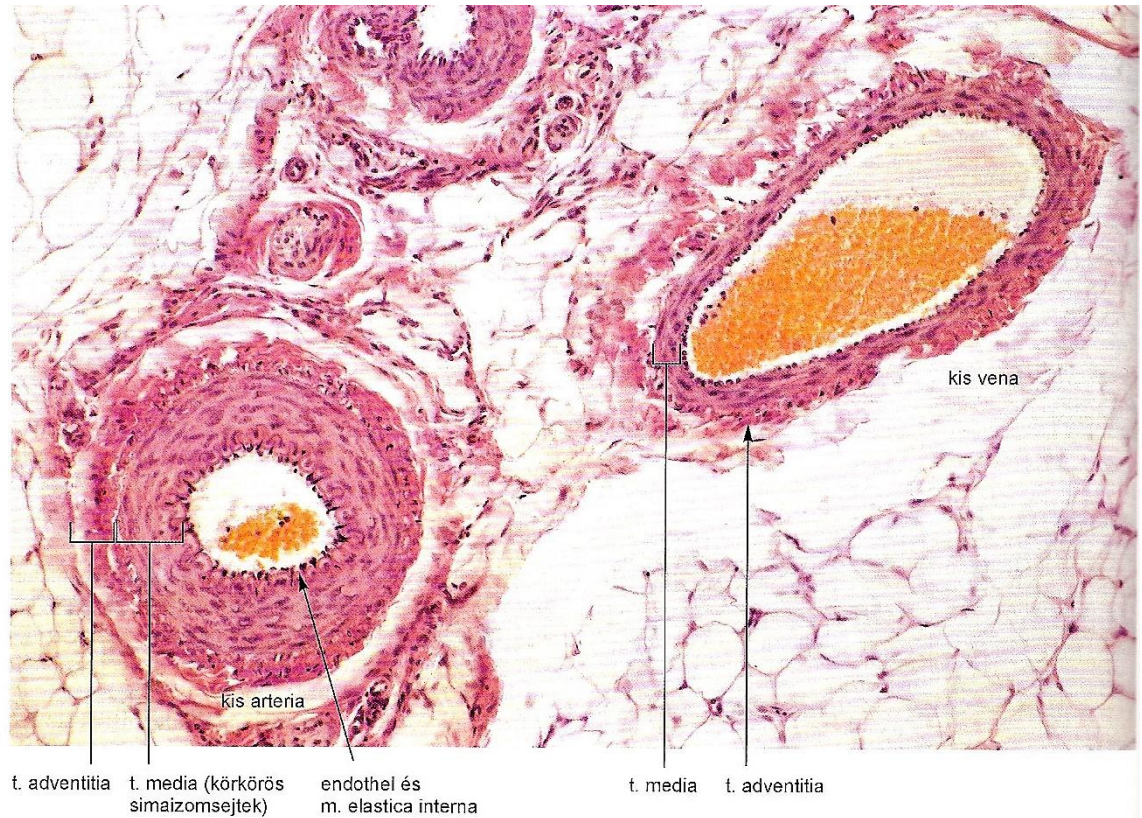
Az érszakasz típusa	Tunica intima		Tunica media	Tunica adventitia
		MEI		
elasztikus arteriák	endothel subendothel	(MEI)	spirális simaizom, elasztikus membránok	fibrocyták, macrophagok, elasztikus rostok, hosszanti kollagénrostok, vasa vasorum, n. vasculares
muscularis arteriák	endothel subendothel	MEI	spiralisan rendezett sima- izom, körkörösen futó kollagénrostok, kevés elasztikus rost	fibrocyták, kollagén- és elasztikus rostok, vasa vasorum, n. vasculares
kis arteriák	endothel subendothel	MEI	5-10 réteg simaizom, kollagénrostok	a tunica mediánál vékonyabb, kevés elasztikus rost
arteriolák	endothel	(MEI)	1-2 réteg simaizom	pericyta, kevés kollagénrost
capillarisok	endothel			pericyta
postcapillaris venula	endothel			pericyta
venula	endothel		elszórtan pericyták, majd simaizomsejtek	rácsrostok, kevés kollagén- és rugalmas rost
kis vénák	endothel		2-3 réteg simaizom	a tunica medianál vastagabb laza kötőszövet, elasztikus rostokkal
közepes vénák	endothel, subendothel rács- rostokkal	(MEI)	körcörös laza simaizomréteg, hosszanti kollagénrostok	a tunica mediánál vastagabb laza kötőszövet, kollagén és elasztikus rostok, néhány hosszanti simaizomsejt
nagy vénák	endothel, vastagabb subendothel	MEI	simaizom mennyisége erősen változó, kollagénrostok (a tunica media hiányozhat is)	a tunica mediánál jóval vasta- gabb laza kötőszövet, hosszanti simaizomsejtek, kollagén és elasztikus rostok, vasa vasorum, nyirokerek, nn. vasculares





11-5. ábra

Kis arteria és a hozzá tartozó kis vena keresztmetszetben (HE, 160×).



11-4. ábra

Kis arteria és a kísérő kis vena keresztmetszetben. Figyeljük meg az arteriában a belső felületet ráncossá tevő membrana elastica internát és a vastag, körkörös simaizomsejtekből felépülő tunica mediát (HE, 200×).

Az érszakasz típusa	Tunica intima		Tunica media	Tunica adventitia
		MEI		
elasztikus arteriák	endothel subendothel	(MEI)	spirális simaizom, elasztikus membránok	fibrocyták, macrophagok, elasztikus rostok, hosszanti kollagénrostok, vasa vasorum, n. vasculares
muscularis arteriák	endothel subendothel	MEI	spiralisan rendezett sima- izom, körkörösen futó kollagénrostok, kevés elasztikus rost	fibrocyták, kollagén- és elasztikus rostok, vasa vasorum, n. vasculares
kis arteriák	endothel subendothel	MEI	5-10 réteg simaizom, kollagénrostok	a tunica mediánál vékonyabb, kevés elasztikus rost
arteriolák	endothel	(MEI)	1-2 réteg simaizom	pericyta, kevés kollagénrost
capillarisok	endothel			pericyta
postcapillaris venula	endothel			pericyta
venula	endothel		elszórtan pericyták, majd simaizomsejtek	rácsrostok, kevés kollagén- és rugalmas rost
kis vénák	endothel		2-3 réteg simaizom	a tunica medianál vastagabb laza kötőszövet, elasztikus rostokkal
közepes vénák	endothel, subendothel rács- rostokkal	(MEI)	körcörös laza simaizomréteg, hosszanti kollagénrostok	a tunica mediánál vastagabb laza kötőszövet, kollagén és elasztikus rostok, néhány hosszanti simaizomsejt
nagy vénák	endothel, vastagabb subendothel	MEI	simaizom mennyisége erősen változó, kollagénrostok (a tunica media hiányozhat is)	a tunica mediánál jóval vasta- gabb laza kötőszövet, hosszanti simaizomsejtek, kollagén és elasztikus rostok, vasa vasorum, nyirokerek, nn. vasculares

✓

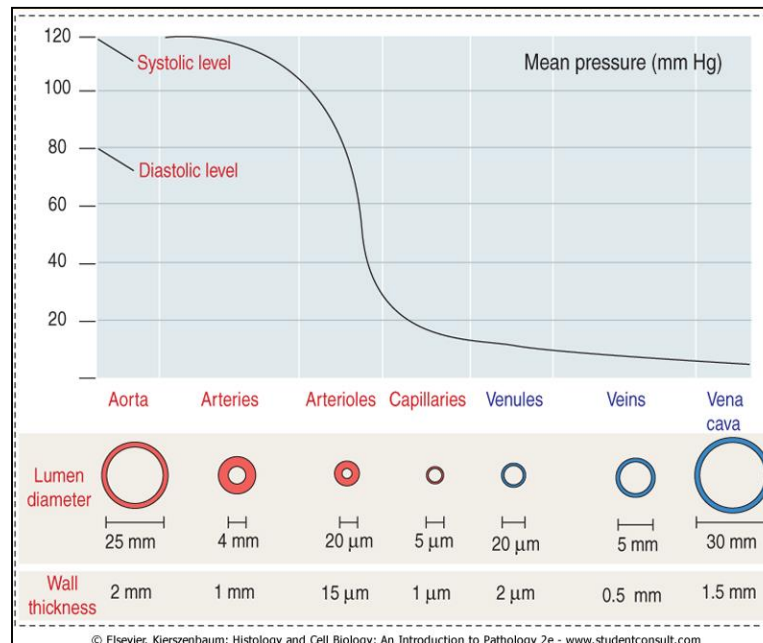
✓

✓

✓

3. Arteriolák:

- Kisebb átmérőjű, izmos falú erek.
- A rugalmas rostok fokozatosan eltűnnek a mediából.
- A lumen relatíve szűk, az ér nagyságához képest igen vastag a media.
- Leginkább a vérnyomás meghatározói!



Az érszakasz típusa	Tunica intima		Tunica media	Tunica adventitia
		MEI		
elasztikus arteriák	endothel subendothel	(MEI)	spirális simaizom, elasztikus membránok	fibrocyták, macrophagok, elasztikus rostok, hosszanti kollagénrostok, vasa vasorum, n. vasculares
muscularis arteriák	endothel subendothel	MEI	spiralisan rendezett sima- izom, körkörösen futó kollagénrostok, kevés elasztikus rost	fibrocyták, kollagén- és elasztikus rostok, vasa vasorum, n. vasculares
kis arteriák	endothel subendothel	MEI	5-10 réteg simaizom, kollagénrostok	a tunica mediánál vékonyabb, kevés elasztikus rost
arteriolák	endothel	(MEI)	1-2 réteg simaizom	pericyta, kevés kollagénrost
capillarisok	endothel			pericyta
postcapillaris venula	endothel			pericyta
venula	endothel		elszórtan pericyták, majd simaizomsejtek	rácsrostok, kevés kollagén- és rugalmas rost
kis vénák	endothel		2-3 réteg simaizom	a tunica medianál vastagabb laza kötőszövet, elasztikus rostokkal
közepes vénák	endothel, subendothel rács- rostokkal	(MEI)	körcörös laza simaizomréteg, hosszanti kollagénrostok	a tunica mediánál vastagabb laza kötőszövet, kollagén és elasztikus rostok, néhány hosszanti simaizomsejt
nagy vénák	endothel, vastagabb subendothel	MEI	simaizom mennyisége erősen változó, kollagénrostok (a tunica media hiányozhat is)	a tunica mediánál jóval vasta- gabb laza kötőszövet, hosszanti simaizomsejtek, kollagén és elasztikus rostok, vasa vasorum, nyirokerek, nn. vasculares

✓

✓

✓

✓

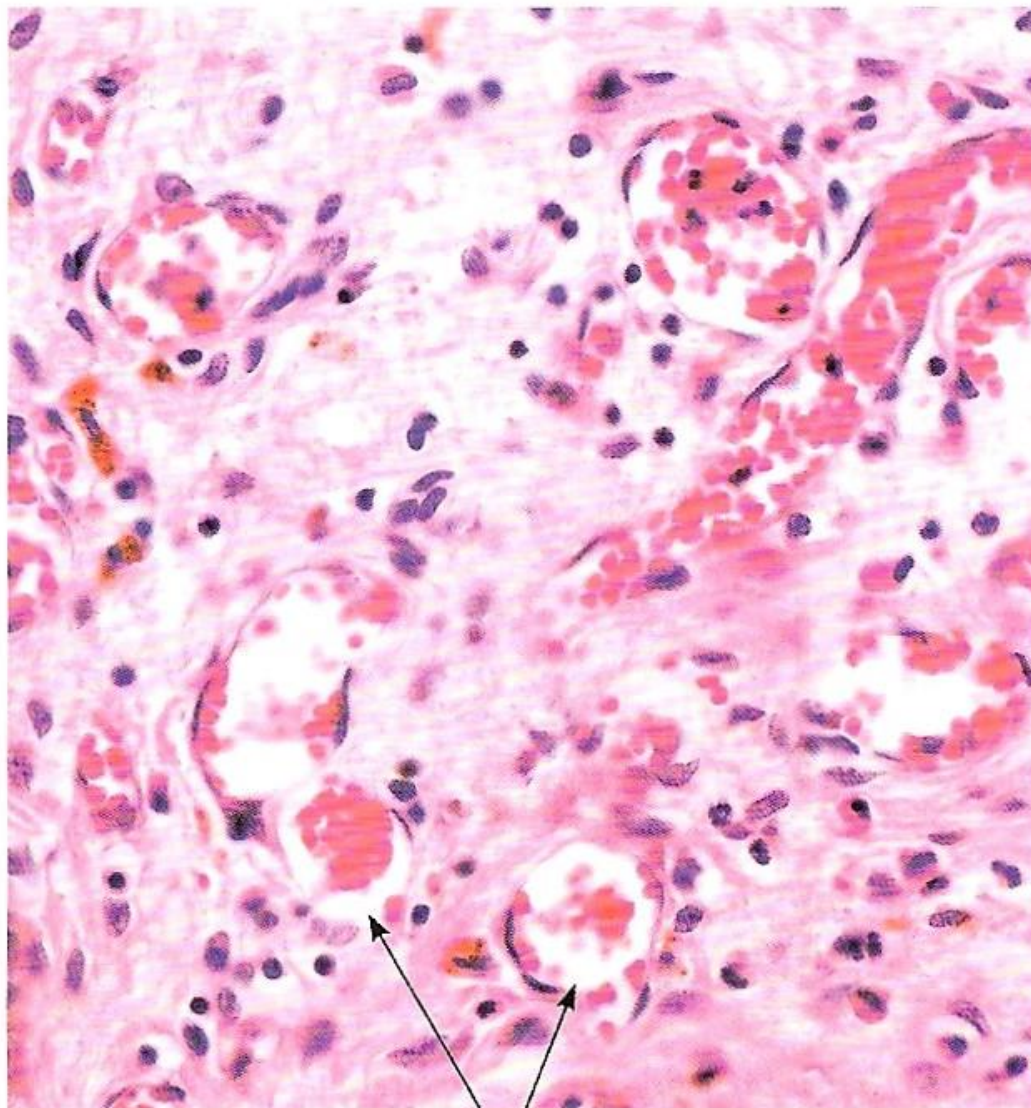
✓

Hajszálerek (kapillárisok)

- Az artériás és a vénás rendszer közötti összeköttetések.
- Fő feladatuk a különböző anyagok, gázok kicserélése, a tápanyagoknak a szervekhez, szövetekhez való eljuttatása.
- intima: endothel, a sejt magja a kapilláris lumenébe bedomborodik
- media: nincs, az endothelsejtet körülvevő vastag basalis membránt hívják így itt
- adventitia: pericyták alkotják, nyúlványai körülölelik a kapillárist
- Az endothelsejteket jól záró sejtkapcsoló struktúrák rögzítik: folytonos kapillárisok ↔ fenestrált endothel

Az érszakasz típusa	Tunica intima		Tunica media	Tunica adventitia
		MEI		
elasztikus arteriák	endothel subendothel	(MEI)	spirális simaizom, elasztikus membránok	fibrocyták, macrophagok, elasztikus rostok, hosszanti kollagénrostok, vasa vasorum, n. vasculares
muscularis arteriák	endothel subendothel	MEI	spiralisan rendezett sima- izom, körkörösen futó kollagénrostok, kevés elasztikus rost	fibrocyták, kollagén- és elasztikus rostok, vasa vasorum, n. vasculares
kis arteriák	endothel subendothel	MEI	5-10 réteg simaizom, kollagénrostok	a tunica mediánál vékonyabb, kevés elasztikus rost
arteriolák	endothel	(MEI)	1-2 réteg simaizom	pericyta, kevés kollagénrost
capillarisok	endothel			pericyta
postcapillaris venula	endothel			pericyta
venula	endothel		elszórtan pericyták, majd simaizomsejtek	rácsrostok, kevés kollagén- és rugalmas rost
kis vénák	endothel		2-3 réteg simaizom	a tunica medianál vastagabb laza kötőszövet, elasztikus rostokkal
közepes vénák	endothel, subendothel rács- rostokkal	(MEI)	körcörös laza simaizomréteg, hosszanti kollagénrostok	a tunica mediánál vastagabb laza kötőszövet, kollagén és elasztikus rostok, néhány hosszanti simaizomsejt
nagy vénák	endothel, vastagabb subendothel	MEI	simaizom mennyisége erősen változó, kollagénrostok (a tunica media hiányozhat is)	a tunica mediánál jóval vasta- gabb laza kötőszövet, hosszanti simaizomsejtek, kollagén és elasztikus rostok, vasa vasorum, nyirokerek, nn. vasculares



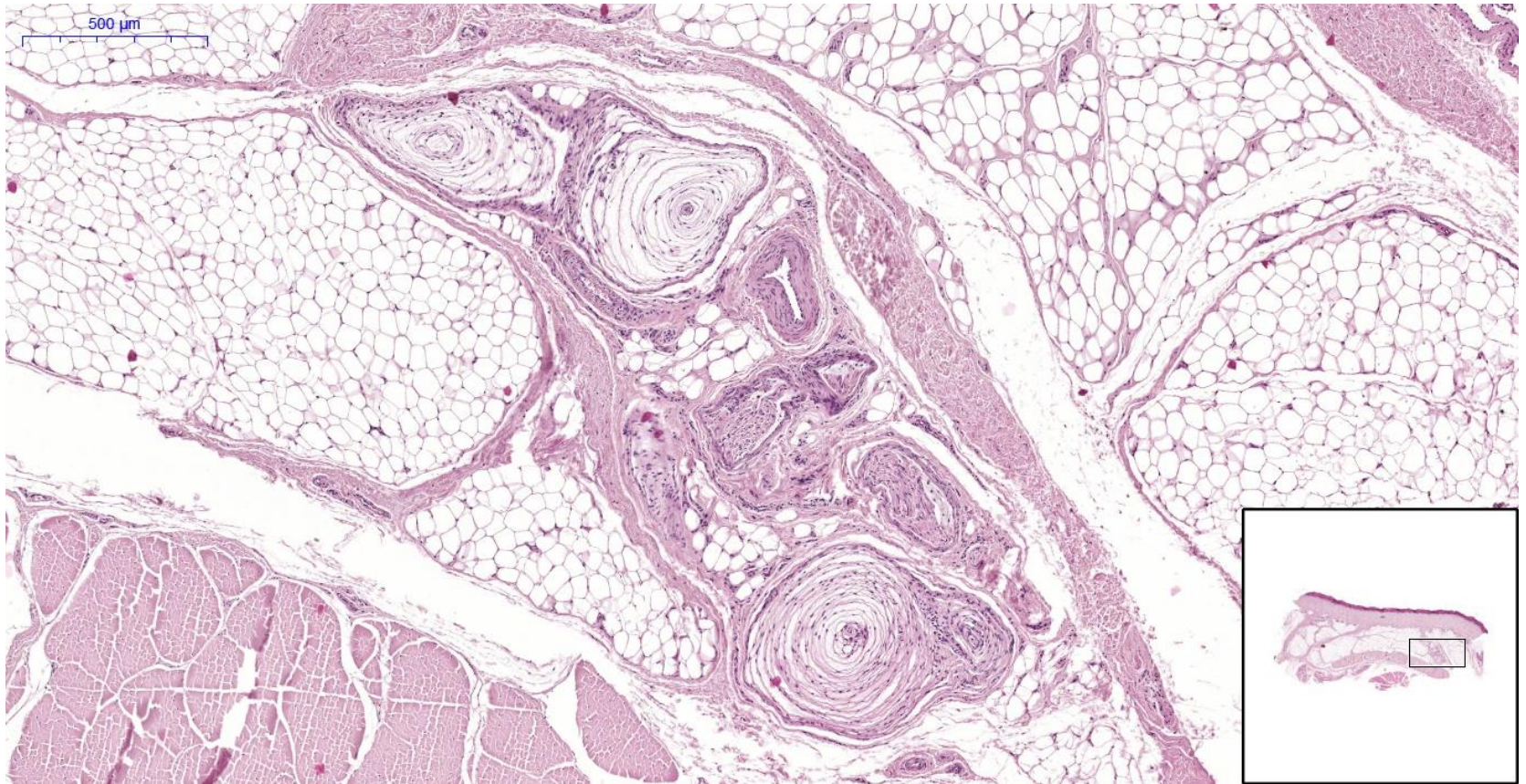


venulák

11-14. ábra

Venulák laza kötőszövetben (HE, 500×).

6. Talpbőr – kis artériák és vénák, arteriolák és venulák



Az érszakasz típusa	Tunica intima		Tunica media	Tunica adventitia
		MEI		
elasztikus arteriák	endothel subendothel	(MEI)	spirális simaizom, elasztikus membránok	fibrocyták, macrophagok, elasztikus rostok, hosszanti kollagénrostok, vasa vasorum, n. vasculares
muscularis arteriák	endothel subendothel	MEI	spiralisan rendezett sima- izom, körkörösen futó kollagénrostok, kevés elasztikus rost	fibrocyták, kollagén- és elasztikus rostok, vasa vasorum, n. vasculares
kis arteriák	endothel subendothel	MEI	5-10 réteg simaizom, kollagénrostok	a tunica mediánál vékonyabb, kevés elasztikus rost
arteriolák	endothel	(MEI)	1-2 réteg simaizom	pericyta, kevés kollagénrost
capillarisok	endothel			pericyta
postcapillaris venula	endothel			pericyta
venula	endothel		elszórtan pericyták, majd simaizomsejtek	rácsrostok, kevés kollagén- és rugalmas rost
kis vénák	endothel		2-3 réteg simaizom	a tunica medianál vastagabb laza kötőszövet, elasztikus rostokkal
közepes vénák	endothel, subendothel rács- rostokkal	(MEI)	körkörös laza simaizomréteg, hosszanti kollagénrostok	a tunica mediánál vastagabb laza kötőszövet, kollagén és elasztikus rostok, néhány hosszanti simaizomsejt
nagy vénák	endothel, vastagabb subendothel	MEI	simaizom mennyisége erősen változó, kollagénrostok (a tunica media hiányozhat is)	a tunica mediánál jóval vasta- gabb laza kötőszövet, hosszanti simaizomsejtek, kollagén és elasztikus rostok, vasa vasorum, nyirokerek, nn. vasculares

✓

✓

✓

✓

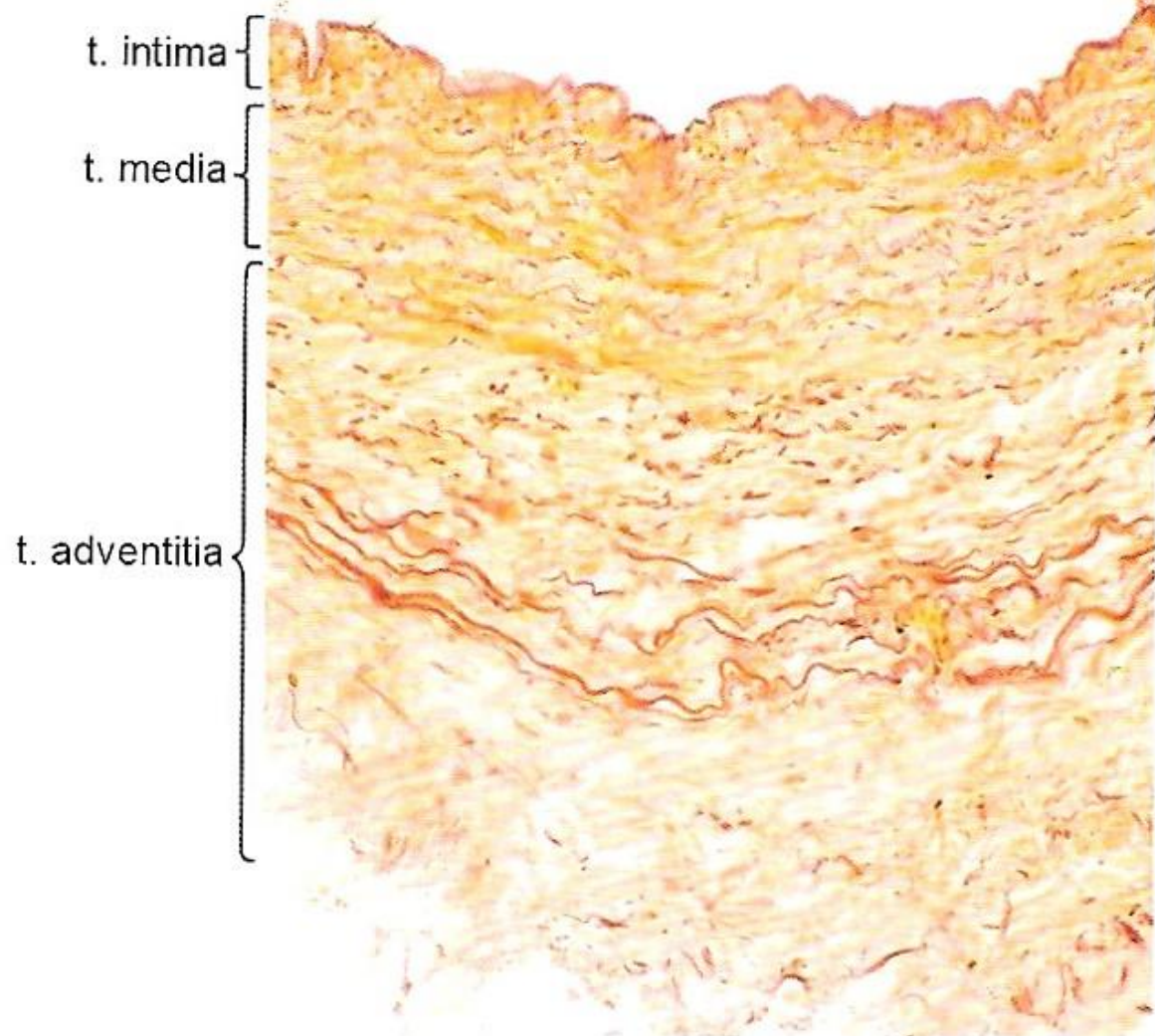
✓

✓

✓

A vénák szerkezete

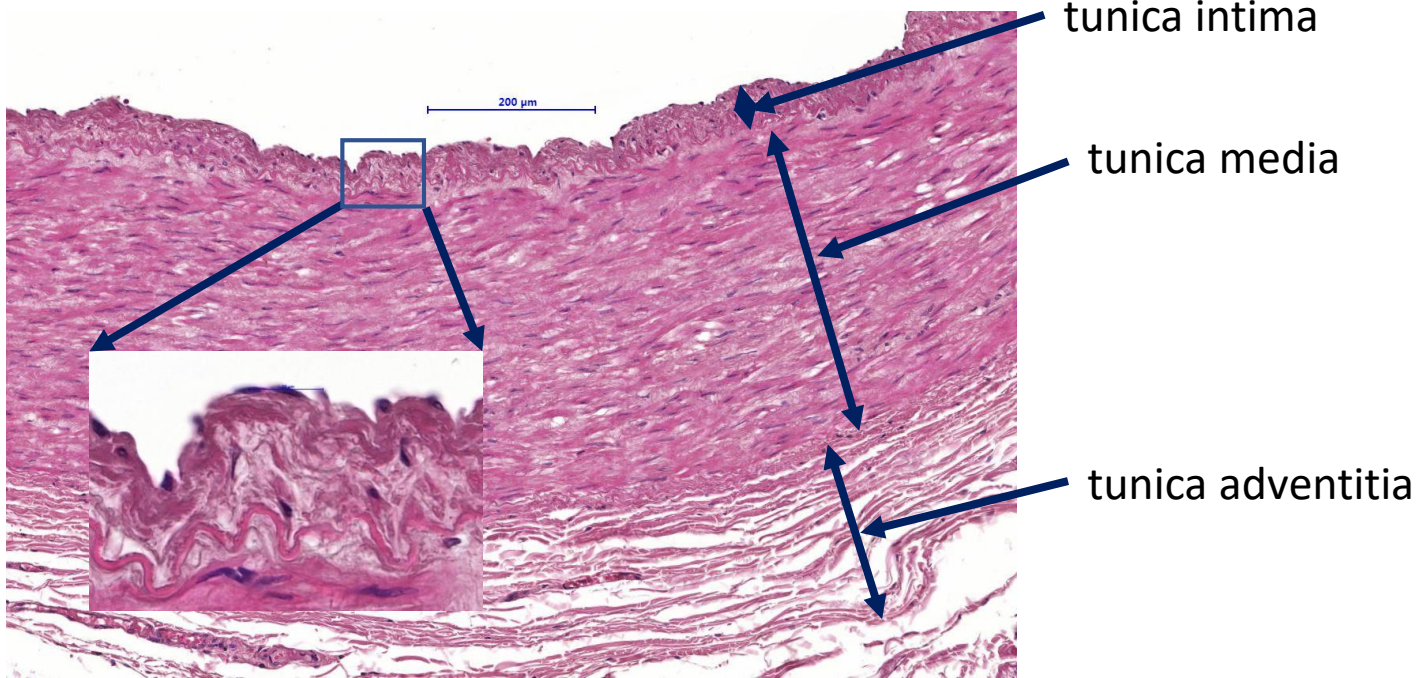
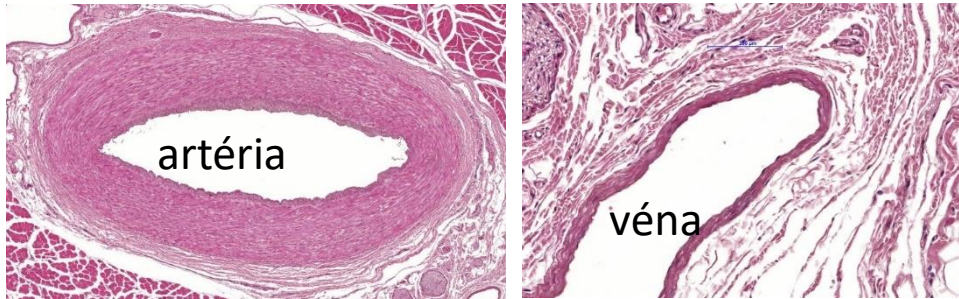
- Nem tagolódnak olyan jól meghatározott típusokra, mint az artériák.
- Lumenük nagyobb, falvastagságuk a megfelelő artériához viszonyítva sokkal vékonyabb.
- A fal szerkezetére jellemző, hogy az egyes rétegei elmosódottak.
 - intima: általában vastag, főleg a subendothelialis kötőszövet miatt
 - media: simaizom a fő alkotó
 - adventitia: vastag, változatos, a simaizom és a kötőszöveti rostok egymáshoz viszonyítva spirálisan helyezkednek el, sok nyirokeret is találunk
- A vénák falában intima kettőzetek, vénás billentyűk találhatóak a visszafolyás megakadályozására.



11-15. ábra

Nagy vena falának keresztmetszeti képe (orceinfestés, 110×).

19. Artéria és véna



	Artéria	Kapilláris	Véna
Véráramlás iránya	szívből a szervekbe	a szervekben	a szervekből a szívbe
Vér	oxigéndús a nagyvérkörben	is-is	CO ₂ -ban dús a nagyvérkörben
Szöveti felépítés	egyrétegű hám, rugalmas kötőszövet, vastagabb simaizom, savós hártya	egyrétegű hám, esetleg simaizom-elemek	egyrétegű hám, rostos kötőszövet, vékonyabb simaizom, savós hártya
Érfal jellemzője	rugalmas	vékony	tágulékony
Keresztmetszet	kör	kör	ovális
Egyedi átmérő	kisebb	legkisebb	nagyobb
Vérnyomás	16-4 kPa	4-2 kPa	2-0 (szívóhatás) kPa
Áramlás sebessége	nagy-csökkenő	lassú áramlás	kicsi-növekedő
Billentyű	nincs	nincs	lehet
Pulzushullám	van	nincs	nincs
Véráramlás	periódusos	periódusos	periódusos